

Rank(R)
R 1 OF 1Database Mode
WPIL Page

XRAM Acc No: C85-130105

XRPX Acc No: N85-223618

Surface treating plated steel plates to increase corrosion resistance
by applying soln. contg. di- or tri-alkoxy silane and baking; SILOXANE
Index Terms: SURFACE TREAT PLATE STEEL PLATE INCREASE CORROSION RESISTANCE;
APPLY SOLUTION CONTAIN DI TRI ALKOXY SILANE BAKE

Patent Assignee: (SUMQ) SUMITOMO METAL IND KK; (NSMO) NISSAN MOTOR KK

Number of Patents: 001

Patent Family:

CC Number	Kind	Date	Week
JP 60208480	A	851021	8548 (Basic)

Priority Data (CC No Date): JP 8460958 (840330)

Abstract (Basic): JP 60208480

Method involves coating plated steel with soln. contg. at least one type of Di- or tri-alkoxysilane monomer or oligomer possessing an alkyl gp. with organic functional gps. and then baking at 250-350 deg. C. Application of the hardened coating is not less than 0.1 g/sq.m. and no more than 5.0 g/sq.m..

USE/ADVANTAGE - Process is non-polluting and is esp. applicable to electrodeposition coating of automobile bodies.

In an example, a 0.8 mm thick Zn-electroplated steel plate was coated with gamma-glycydoxypropyl trimethoxysilane by immersion and baked at 300 deg. C for 15 min. 3.0 g/sq.m. silane cpd. adhered to the surface. No white rust generated after brine water spraying for 100 hrs. Good electrodeposition, excellent adhesion and corrosion resistance were obtd. @(7pp Dwg.No.0/0)@

File Segment: CPI

Derwent Class: A32; M13; P73;

Int Pat Class: B32B-015/08; C23C-022/74

Manual Codes (CPI/A-N): AC6-A00E1; A11-B05C; A12-B04C; A12-T; M13-H05; M14-K

Plasdoc Key Serials: 0202 0229 0231 1282 1306 1636 1971 2152 2420 2432 2439
3252 2728 3300 2829

Polymer Fragment Codes (AM):

101 014 03- 04- 05- 157 226 229 23- 336 344 346 37- 38- 42& 431 438
47& 477 54& 55- 57& 597 600 672 720*102* 014 03- 04- 05- 157 226 229 23- 336 344 346 37- 38- 42& 431 438
47& 477 54& 55- 57& 597 600 672 720

(C)1997 DERWENT INFO LTD ALL RTS. RESERV.



⑫ 公開特許公報(A)

昭60-208480

⑨ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和60年(1985)10月21日

C 23 C 22/74
B 32 B 15/086793-4K
2121-4F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑥ 発明の名称 表面処理めっき鋼板

⑦ 特 願 昭59-60958

⑧ 出 願 昭59(1984)3月30日

⑨ 発 明 者 塩 田 俊 明 尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社中央技術研究所内

⑩ 発 明 者 若 野 茂 尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社中央技術研究所内

⑪ 発 明 者 西 原 實 尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社中央技術研究所内

⑫ 発 明 者 能 見 亮 一 大阪市東区北浜5丁目15番地 住友金属工業株式会社内

⑬ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪市東区北浜5丁目15番地

⑭ 出 願 人 日産自動車株式会社 横浜市神奈川区宝町2番地

⑮ 代 理 人 弁理士 広 瀬 章 一

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

表面処理めっき鋼板

2. 特許請求の範囲

(1) めっき鋼板の表面に、有機官能基を持ったアルキル基を有するジもしくはトリアルコキシシランのモノマーまたはオリゴマーの1種または2種以上を含む溶液を塗布したのち、焼付することにより形成した、シロキサン結合を骨格とする硬化皮膜を有することを特徴とする表面処理めっき鋼板。

(2) 焼付を150～350℃の範囲内の温度で行った特許請求の範囲第1項記載の表面処理めっき鋼板。

(3) 硬化皮膜の付着量が0.1g/㎡以上である特許請求の範囲第1項記載の表面処理めっき鋼板。

(4) 硬化皮膜の付着量が0.1g/㎡以上5.0g/㎡以下であって、硬化皮膜を塗装下地層としたことを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の表面処理めっき鋼板。

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

本発明は、めっき鋼板の無公害型表面処理、特に

自動車用などの電着塗装に適した表面処理に関する。

従来、めっき鋼板に耐食性と塗装下地性を賦与する目的でクロム酸処理やリン酸塩処理が一般に行われている。しかしながら、クロム酸処理は周知のクロムの毒性のために、環境対策や排水処理に多大の設備と費用を要する。また、リン酸塩処理では、形成されたリン酸亜鉛皮膜が多孔質の構造を有するため、一般には後処理としてクロム酸による封孔処理を施して、耐食性を高めるのが普通であり、上記と同じ問題がある。自動車の車体用のめっき鋼板は、電着塗装の下地としてリン酸塩処理単独が実施されることがあるが、上述のように、生成皮膜は多孔質であり、耐食性が十分であるとは言えない。

めっき鋼板などの金属の表面処理法として、特公昭54-34406号、特開昭54-77635号、同55-62971号、同57-105344号などに、コロイド状シリカ(シリカゾル)と水溶性または水分散性有機樹脂とをシラン化合物の存在下で複合化させて得た有機複合シリケート樹脂を被覆し、樹脂を硬化させることにより表面処理を行うことが提案されているが、この処理方法でも十分満足すべき耐食性が得られるとは言えない。

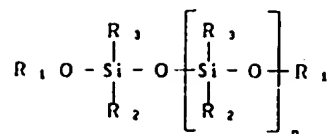
本発明の目的は、製造時にクロム酸処理のような公害問題が無く、耐食性のある表面処理めっき鋼板を提供することにある。

(発明の構成)

本発明は、めっき鋼板の表面に、有機官能基を持ったアルキル基を有するジもしくはトリアルコキシシランモノマーまたはオリゴマーの1種または2種以上を含む溶液を塗布したのち、焼付することにより形成した、シロキサン結合を骨格とする硬化皮膜を有することを特徴とする表面処理めっき鋼板を提供するものである。

めっき鋼板としては、亜鉛めっき鋼板、あるいは亜鉛-鉄、亜鉛-ニッケル、亜鉛-アルミニウムなどの亜鉛合金めっき鋼板、さらにはアルミニウムめっき鋼板、あるいはこれらのめっきを多層にした複合めっき鋼板などが挙げられる。

本発明で用いる、有機官能基を持ったアルキル基を有するジもしくはトリアルコキシシラン（以下、これらをシラン化合物と言う）のモノマーまたはオリゴマーの構造は次式で表される：



上記式中、

R_1 ：メチル、エチル、プロピル、ブチルなどのアルキル基；

R_2 ：アルキル基またはアリール基（ジアルコキシシランの場合）、あるいはアルコキシ基、すなわち OR_1 （トリアルコキシシランの場合）；

R_3 ：有機官能基を有するアルキル基（有機官能基の例は、ビニル、アミノ、クロロ、エポキシ、ヒドロキシル、カルボキシル、メタクリロキシなど）；

n ：0（モノマーの場合）、あるいは1以上、通常は6以下の整数（オリゴマーの場合）

このようなシラン化合物を例示すれば、ビニルトリエトキシシラン、γ-メタクリロキシプロピルトリエトキシシラン、γ-アミノプロピルトリエトキシシラン、γ-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、

ラン、β-（3,4-エポキシシクロヘキシル）エチルトリエトキシシラン、N-β-（アミノエチル）-γ-アミノプロピルトリエトキシシラン、γ-クロロプロピルトリエトキシシランなどのいわゆるシランカップリング剤が挙げられ、これらは市販品を入手できる。また、これらのシラン化合物と有機樹脂との反応物も含まれる。

シランカップリング剤は、有機ポリマーと無機材料（例、金属、ガラスなど）との結合性を高める目的で一般に使用されている周知の材料であって、たとえば繊維強化ポリマーの製造にあつては、強化用繊維とポリマーマトリックスとの付着性を高めるために繊維をこのようなカップリング剤で予め表面処理することが多い。その際、通常は溶媒を除去するために100℃以下の乾燥温度程度の加熱は行われる。しかし、シランカップリング剤を焼付温度に加熱して硬化させた皮膜が金属に対して耐食性皮膜として作用することはこれまで知られていなかった。

また、前述した特公昭54-34406号などに記載の有機複合シリケート樹脂による表面処理においても、上記のようなシラン化合物、すなわちシランカップリング剤が1成分として使用されている。しかし、

この複合樹脂における皮膜形成は主として有機樹脂（例、アクリル、エポキシ樹脂など）により行われ、シラン化合物の機能は、主成分であるシリカと有機樹脂との複合化に対する触媒ならびにこの両成分間の架橋剤および金属基地と複合皮膜との架橋剤として作用することであり、そのため使用量もシリカと樹脂の合計量に対して0.5~15%程度と少量である。したがって、かかる公知技術から、シラン化合物を単独でめっき鋼板の表面処理に使用しても有効であるということは予期されない。

本発明者らは、上記のシラン化合物単独の溶液をめっき鋼板に塗布し、塗膜を焼付けて硬化させると、予想外にも、耐食性が良好で、所定の厚さの硬化被膜とするとさらに塗装下地性、特に電着塗膜との密着性が極めて良好な表面処理鋼板が得られるとの知見を得た。

この焼付により、シラン化合物のアルコキシ基が熱分解して、OとSiが交互に結合したシロキサン結合が形成され、シロキサン結合を骨格とする硬化皮膜が得られる。この焼付すなわち硬化が不十分であると、所期の耐食性が得られないので、十分な硬化、すなわちアルコキシ基のほぼ完全な熱分解を行うこ

とが必要である。シラン化合物の種類によっても異なるが、このためには鋼板温度で通常 150~350 ℃ の温度に加熱する必要がある。ただし、温度が高すぎると、皮膜に残存させなければならない有機官能基を持ったアルキル基が分解してしまう恐れがあるので、400 ℃ 以上の高温は一般に避けるべきである。加熱時間は、温度に当然依存するが、一般には30秒~60分程度である。

本発明の目的にとって、有機官能基を有するアルキル基は、皮膜に耐食性を与えるだけでなく、塗装下地として塗膜との密着性を与えるものとしても重要である。自動車車体の塗装は、通常鋼板を所定形状にプレス成形などにより加工した後、電着塗装することにより実施されるが、本発明にかかる表面処理めっき鋼板は、この官能基の存在のために電着塗膜との密着性が非常に良好である。また、電着塗装前の加工時にも、このようなアルキル基が皮膜に可塑性を与えるので、皮膜の剥離が起こりにくく、良好な加工性が得られる。

さらにこの皮膜の性能を向上させるために、必要に応じて、防錆剤、潤滑剤、無機質充填材（例、コロイダルシリカ、二酸化チタンなど）、有機樹脂（

例、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン樹脂など）を添加することも可能である。これらの任意添加成分の量は、あまり多くなるとシラン化合物の硬化皮膜の性能に悪影響が生じてくるので、通常、塗布液の全固形分の50重量%以内にとどめておく。なお、既述のように、有機樹脂はシラン化合物との反応物として存在させることもできる。

めっき鋼板の塗布法には特に制限はなく、浸漬、ロールコート、スプレー塗装などの慣用のいかなる方法も可能である。塗膜の付着量は、十分な耐食性を得るには 0.1 g/m² 以上、特に 1.0 g/m² 以上とするのが好ましいが、電着塗装用の下地処理を兼ねる場合には、付着量が多すぎると電着塗装が困難となるので、5.0 g/m² 以下とする必要がある。塗布液の濃度すなわち固形分は、付着量に応じて適宜調整するが、通常はシラン化合物の濃度として 1~50 重量%程度である。溶媒は、使用するシラン化合物の溶解性に依りて水および有機溶剤から適宜選択する。

（発明の効果）

本発明にかかる表面処理鋼板は、そのまま良好な耐食性を示すので、一般の防食鋼板として有用で

ある。また、本発明の表面処理鋼板の塗膜は、特に硬化皮膜が所定の膜厚のとき電着塗膜との密着性がよいので、塗装下地、特に電着塗装の下地として好適であり、それにより耐食性と密着性のいずれの面でもすぐれた電着塗膜が得られる。さらに、表面処理鋼板は加工を受けて使用されることが多いが、加工を受けてもなお十分な性能を発揮する。さらに製造時に有害な物質が排出されることもなく無公害である。

以下の実施例により、本発明の上記の効果を実証する。

実施例

0.8 mm 厚さの電気亜鉛めっき鋼板と亜鉛-ニッケル合金めっき鋼板（いずれもめっき付着量は 20 g/m²）の表面に、第 1 表に示す各種シラン化合物のキシレン溶液を表示の皮膜付着量になるように浸漬法により塗布し、第 1 表に示す各種条件で焼付けた。なお水溶液中のシラン化合物の濃度は、付着量 0.3 g/m² の場合が 1.5 重量%、付着量 1.0 g/m² の場合が 5 重量%、付着量 3.0 g/m² の場合が 15 重量%、付着量 7.0 g/m² の場合が 35 重量%であった。得られた表面処理鋼板をそのまま、および加工してから、

塩水噴霧試験に供した。その結果を第 1 表に示す。

さらに上で得た表面処理鋼板に、下記に示す自動車用の電着塗装を施した。得られた塗板につき、塗膜密着性と耐食性の試験を実施した。その結果も第 1 表に併せて示す。

自動車用塗装は、まずアルカリ脱脂し、脱イオン水で水洗後、110 ℃ で 5 分間乾燥し、バリートップ U50（商品名、日本ペイント株式会社製）をカチオン電着塗装により膜厚 20 μm に塗布し、次いで中塗塗料として S52E シーラー（商品名、日本ペイント株式会社製）を膜厚 20 μm に塗布して、140 ℃ で 30 分間焼付け、最後に上塗塗料としてオルガ C-26（商品名、日本ペイント株式会社製）を膜厚 40 μm に塗布して、140 ℃ で 30 分間焼付けた。

第 1 表の結果からわかるように、有機官能基を持ったアルキル基を有していないエチルシリケート（すなわち、テトラエトキシシラン）で表面処理した場合（比較例 3）には、深耐食性と塗装の密着性および耐食性のすべての点で性能が劣る。また、リン酸亜鉛処理（比較例 4）では、塗装の密着性および耐食性はある程度よいものの、深耐食性が極度に悪化する。これに対して、本発明による表面処理を施

した場合には、深耐食性が加工を受けても良好であると同時に、塗装密着性および耐食性も満足できる水準にある。ただし、表面処理皮膜の焼付・硬化が十分でないか（比較例1）、あるいはシラン化合物の熱分解が起こるほど焼付温度が高いと（比較例2）、表面処理の機能は大幅に損なわれ、深耐食性と塗装の密着性および耐食性のいずれもが非常に低下する。また、表面処理皮膜の付着量が5 g/m²を超えると（実施例6）、電着塗装ができなくなるので、電着塗装用の鋼板にあつてはこの付着量を5 g/m²以下とすることが必要である。ただし、このような高い付着量では、深耐食性は極めて良好であるので、電着塗装用途以外の防食鋼板としては有用である。

第 1 表

	めっき鋼板	シラン化合物	焼付・硬化		付着量 (g/m ²)	深耐食性(II)		電着 塗装性	塗装密着性(III)		塗装 耐食性(III)
			温度 (°C)	時間 (分)		平板部	加工部		一次	二次	
実施例 1	Znめっき	A	300	15	1.0	10	20	可	剥離せず	剥離せず	優
- 2	-	-	250	-	-	10	20	可	-	-	優
- 3	-	-	200	-	-	20	30	可	-	-	優
比較例 1	-	-	100	-	-	60	100	可	剥離	剥離	劣
- 2	-	-	400	-	-	100	100	可	-	-	劣
実施例 4	-	-	250	-	0.3	20	30	可	剥離せず	剥離せず	優
- 5	-	-	-	-	3.0	0	0	可	-	-	優
- 6	-	-	-	-	7.0	0	0	不可	-	-	-
- 7	Zn-Niめっき	-	-	-	1.0	0	0	可	剥離せず	剥離せず	優
- 8	Znめっき	B	-	-	-	10	30	可	-	-	優
- 9	-	C	-	-	-	20	30	可	-	-	優
比較例 3	-	D	-	-	-	70	100	可	-	一部剥離	劣
- 4	-	リン酸亜鉛処理	-	-	-	100	100	可	-	-	良

シラン化合物

A: γ-グリニルトリメトキシシラン C: β-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン
B: γ-アミノプロピルトリメトキシシランイソブター D: エチルシラケート

試験法

(II) 深耐食性: 塩水噴霧試験100時間での自腐食面積の割合(%)、加工部はエリクセン700係出し;

(III) 塗装密着性: コハン目試験(セロハンテープによる剥離)、一次は塗装後そのまま、二次は40℃の湯水に240時間浸漬後;

(III) 塗装耐食性: クロスカットを入れた50日間の乾留後繰り返し試験。

第1頁の続き

- ⑫発明者 森 垣 忠 彦 厚木市岡津古久560-2 日産自動車株式会社テクニカルセンター内
- ⑬発明者 石 井 公 規 厚木市岡津古久560-2 日産自動車株式会社テクニカルセンター内
- ⑭発明者 大 野 雅 史 厚木市岡津古久560-2 日産自動車株式会社テクニカルセンター内
- ⑮発明者 坂 内 恒 雄 厚木市岡津古久560-2 日産自動車株式会社テクニカルセンター内

手続補正書

昭和60年 6月28日

特許庁長官 志 賀 学 殿

通

1. 事件の表示

昭和59年特許願第60958号

2. 発明の名称

表面処理めっき鋼板

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 大阪市東区北浜5丁目15番地

名称 (211) 住友金属工業株式会社
(ほか1名)

4. 代理人

住所 〒101 東京都千代田区千代田2丁目9番
14号 寺本ビル 電話 (03) 254-7767

氏名 (8135) 弁理士 広 瀬 章



5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄および
発明の詳細な説明の欄

6. 補正の内容

(1) 特許請求の範囲を下記のように訂正する。

「(1) めっき鋼板の表面に、有機官能基を持ったアルキル基を有するジもしくはトリアルコキシシランのモノマーまたはオリゴマーの1種もしくは2種以上を含む溶液を塗布したのち、焼付することにより形成した、シロキサン結合を骨格とする硬化皮膜を有することを特徴とする表面処理めっき鋼板。」

(2) 焼付を150～350℃の範囲内の温度で行った特許請求の範囲第1項記載の表面処理めっき鋼板。

(3) 硬化皮膜の膜厚が1.000～50.000μmである特許請求の範囲第1項記載の表面処理めっき鋼板。

(4) 硬化皮膜の付着量が0.1g/m²以上5.0g/m²以下であって、硬化皮膜を塗装下地層としたことを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の表面処理めっき鋼板。

(5) 自動車用エンジン部品または自動車用排気系部品の製造用の特許請求の範囲第1項～第3項のいずれかに記載の表面処理めっき鋼板。」



(2) 明細書第2頁1行目に「通した」とあるのを、
「通すると同時に自動車用エンジン部品および排
気系部品等の耐高温腐食性が要求される製品の製
造にも通した鋼板の」と訂正する。

(3) 同第2頁13行目と14行目との間に、下記を加
入する。

「また、従来の耐高温腐食性めっき鋼板として
は、たとえば(1)アルミニウムめっき鋼板または(2)
亜鉛めっき鋼板に耐熱性の特殊クロノート処理を
施したものが一般的であるが、このような従来の
耐高温腐食性めっき鋼板にあつては、いずれも卑
な金属であるアルミニウムまたは亜鉛がめっきさ
れているため、高温腐食環境下においては、アル
ミニウムめっき鋼板ではアルミニウムの白錆が発
生し、また特殊クロノート処理を施した亜鉛め
っき鋼板でも、120℃以上でクロノートの結晶が破
壊され、亜鉛の白錆が発生するという問題点があ
つた。」

(4) 同第2頁下から2行目に「耐食性」とあるの
を、「耐食性、特に耐高温腐食性」と訂正する。

(5) 同第3頁2行目に「耐食性のある」とあるの
を、「耐高温腐食性にも優れた耐食性」と訂正す
る。

(6) 同第7頁最下行の「など」、「」の後に、「顔
料、」を加入する。

(7) 同第8頁9行目の「塗装」の後に、「ハケ
塗り」を加入する。

(8) 同第8頁10行目に「塗膜の付着量は」とある
のを、「形成される皮膜は1600~50,000Åの厚さ
が望ましく、塗膜の付着量としては」と訂正する。

(9) 同第8頁下から2行目の「表面処理鋼板は、
」の後に、下記を加入する。

「緻密なシロキサン結合の皮膜が形成されている
ため、金属の腐食を起こす酸素、水、塩素イオン
等の金属表面への接触が防止され、同時に腐食電
流が極めて小さくなるので、事実上腐食は生じな
い。また、有機質塗膜のように経年変化しないの
で、最初の防食機能が半永久的に保たれる上に、
数100℃の温度でも殆ど変質せず、急激な温度変
化があつても割れなどの現象がない。このように、

本発明による表面処理鋼板は、常温および高温の
いずれでも耐食性が優れている上に、薄い膜であ
るために、めっき金属の金属光沢があまり失われ
ない。従つて、

(10) 同第9頁9行目と10行目との間に、下記を加
入する。

「また、特に高温での耐食性に優れていることか
ら、本発明のめっき鋼板は、自動車用エンジン部
品、自動車用排気系部品、例えばエキゾーストチ
ューブ、マフラー、ディフューザーおよび石油ス
トープ部品、例えばバーナ部、反射鏡、その他暖
房器具部品および各種燃料器材料等の高温環境下
で使用される製品の製造にも広範囲の用途を有す
るものである。

このように、本発明によりめっき鋼板の表面に
シロキサン結合を骨格とする皮膜を形成させたこ
とにより、従来のアルミニウムめっき鋼板やクロ
ノート処理亜鉛めっき鋼板に見られた白錆の発生
が防止できるという効果が得られる。」

(11) 同第9頁12行目に「実施例」とあるのを、

「実施例1~9および比較例1~4」と訂正する。

(12) 同第9頁下から5行目に「水溶液」とあるの
を、「溶液」と訂正する。

(13) 同第11頁の最下行の次に下記を加入する。

「実施例10~18および比較例5~7」

1mm厚さ×70mm幅×150mm長さのアルミニウム
めっき鋼板(めっき付着量30g/m²(膜厚片面11μ)
および60g/m²(膜厚片面22μ))および溶融亜鉛
めっき鋼板(めっき付着量60g/m²(膜厚片面8
μ))の表面に、実施例1~9で使用したA、B
およびCの各種シラン化合物を、その10%イソプ
ロピルアルコール溶液中へのめっき鋼板の浸漬に
より塗布し、300℃のオープン中で5分間焼付け
て皮膜を硬化させた。皮膜付着量がいずれも2.0g
/m²になるように、浸漬後の引き上げ速度を調節
した。比較例として、アルミニウムめっき鋼板に
ついては表面処理を行わない鋼板(比較例5およ
び6)、溶融亜鉛めっき鋼板についてはクロメー
ト処理鋼板(比較例7)を使用した。

こうして得られた各種鋼板を塩水噴霧試験、塩

合腐食試験、耐熱腐食試験および熱衝撃腐食試験により評価した。その結果を第2表に示す。

第2表の結果からわかるように、アルミニウムめっき鋼板については、比較例5および6（未処理）において熱衝撃腐食試験で見られる白錆の発生（各々60%および45%）が、本発明による表面処理を施した実施例10～15ではほぼ完全に抑制されている。また、複合腐食試験および耐熱腐食試験の結果も本発明の表面処理鋼板では良好である。

また、熔融亜鉛めっき鋼板については、比較例7（クロメート処理）で見られた塩水噴霧試験および複合腐食試験での赤錆発生が本発明の表面処理によりほぼ完全に抑えられ、しかも高温での耐熱腐食試験および熱衝撃腐食試験で認められる白錆発生も著しく抑制された。

(14) 明細書の最後尾に次頁の第2表を加入する。

以上

第 2 表

	めっき鋼板	めっき付着量(g/m ²)	表面処理	塩水噴霧試験(%) (4)	複合腐食試験(%) (5)	耐熱腐食試験(%) (6)	熱衝撃腐食試験(%) (7)
比較例5	Aめっき	30 (11μ)	未処理	—	赤錆 50	—	白錆 60
実施例10	"	"	A	白錆 25	白錆 20	白錆 0	" 0
" 11	"	"	B	" 30	" 30	" 0	" 0
" 12	"	"	C	" 20	" 30	" 1	" 0
比較例6	"	60 (22μ)	未処理	—	白錆 100	—	白錆 40
実施例13	"	"	A	白錆 10	" 20	白錆 3	" 1
" 14	"	"	B	" 40	" 30	" 1	" 0
" 15	"	"	C	" 10	" 20	" 5	" 3
比較例7	熔融Znめっき	60 (8μ)	クロメート処理	赤錆 90	赤錆 100	白錆 100	白錆 100
実施例16	"	"	A	赤錆 0 白錆 100	赤錆 0 白錆 100	" 20	" 20
" 17	"	"	B	赤錆 0 白錆 95	赤錆 0 白錆 100	" 0	" 0
" 18	"	"	C	赤錆 10	赤錆 10	" 30	" 20

試験法

(4) 塩水噴霧試験：JIS 22371 に規定した方法により480 時間試験後の錆発生面積の割合 (%)；

(5) 複合腐食試験：〔塩水噴霧4 時間—乾燥 (60℃) 2 時間—浸漬 (50℃×95%相対湿度) 4 時間〕を1 サイクルとして100 サイクル後の錆発生面積の割合 (%)；

(6) 耐熱腐食試験：300 ℃にて100 時間加熱後、常温で空冷し、その後144 時間の塩水噴霧試験後の錆発生面積の割合 (%)；

(7) 熱衝撃腐食試験：300 ℃にて100 時間加熱後、常温水中で急冷し、その後144 時間の塩水噴霧試験後の錆発生面積の割合 (%)。